

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

REC'D 01 NOV 2004

WIPO PCT

EP04/11298

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 58 292.4

**Anmeldetag:** 12. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:** SHW Casting Technologies GmbH,  
73433 Aalen/DE;  
MFS Maschinenfabrik GmbH,  
66131 Saarbrücken/DE

**Bezeichnung:** Schwingungsgedämpfte Walze

**IPC:** D 21 G, F 16 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
 Der Präsident  
 Im Auftrag

Fbert

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Anwaltsakte: 48 447 XI**  
**SHW Casting Technologies GmbH,**  
**MFS Maschinenfabrik GmbH**

---

### **Schwingungsgedämpfte Walze**

---

Die Erfindung betrifft eine Walze für die Behandlung, vorzugsweise thermomechanische Behandlung, eines bahnförmigen Mediums.

Solche Walzen werden beispielsweise in Kalandern eingesetzt, mit denen Papierbahnen geglättet werden. Kalandern weisen mehrere Walzen auf, die in einem Rahmen, der auf einem Fundament abgestützt ist, drehbar und gegeneinander beweglich gelagert sind. Die zu behandelnde Papierbahn wird zwischen den Walzen hindurchgeführt, wobei die Walzen Druck auf die Papierbahn ausüben. Der Glättvorgang wird als ein Aufprägen der glatten Walzenoberfläche unter hohem Druck auf die zunächst rauhe Papierbahnoberfläche verstanden. Eine erhöhte Temperatur der Walzenoberfläche ist vorteilhaft, wofür solche Walzen in vielen Anwendungen beheizt werden.

Unvermeidbare Unvollkommenheiten aus der Herstellung der Walzen, beispielsweise Fertigungstoleranzen in verschiedenen Stadien der Fertigung, führen zu Unwuchten und Verformungen der Walzen im Betrieb. Dies macht sich in Form von Schwingungen und Vibrationen bemerkbar, die geeignet sind, den Betrieb erheblich zu beeinträchtigen. Die Walzen werden darum nach der Fertigstellung ausgewuchtet, d. h. die Unwuchten werden gemessen und durch geeignete Maßnahmen kompensiert. Um thermische Verformungen zu berücksichtigen, wird das Auswuchten auch bei erhöhter Walzentemperatur durchgeführt.

Auch für das Auswuchten gelten Toleranzen, jenseits derer der Aufwand für eine weitere Verbesserung nicht mehr wirtschaftlich ist. Ferner sind die Verformungen von Belastungen im tatsächlichen Betrieb abhängig, die in einer Wuchtmaschine nicht vollständig nachgebildet werden können. Auch werden Walzen bei unterschiedlichen Drehzahlen und

Temperaturen betrieben. Das Auswuchten kann selbst aber nur für einen bestimmten Betriebszustand optimiert werden. Daher verbleiben für die davon abweichenden Betriebszustände Rest-Unwuchten, die zu Schwingungen und Vibrationen im Betrieb führen.

Kalanderwalzen werden daher so ausgelegt, dass sie in einem ausreichenden Abstand von ihren kritischen Eigenfrequenzen betrieben werden. In der Nähe der kritischen Eigenfrequenzen verstärken sich die Schwingungen und Vibrationen der Walze durch Resonanz, an der das gesamte System des Kalanders beteiligt ist, bis zu Schwingungszuständen, die einen Kalanderbetrieb nicht mehr zulassen. Dies kann durch Markierungen auf der Papierbahn hervorgerufen sein, die aus umlauffrequenten Schwankungen des Liniendrucks herrühren, und bis zu einer Gefährdung von Bauteilen des Kalanders durch Ermüdung reichen.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, das Schwingungsverhalten von Walzen für die Behandlung bahnförmiger Medien zu verbessern.

Für Werkzeugmaschinen ist es aus der DE 100 46 868 A1 bekannt, das Maschinenbett einer Werkzeugmaschine mit einer Mischung breiiger Konsistenz aus einer Flüssigkeit und körnigen Feststoffen zu befüllen. Schwingungen beim Betrieb, die in das Maschinenbett gelangen, können dadurch wirkungsvoll gedämpft werden. Das Maschinenbett überträgt die Schwingungen auf die Flüssigkeit, die ihrerseits die Feststoffkörner bewegen möchte. Die Feststoffkörner beharren jedoch aufgrund ihrer Massenträgheit an ihrem Ort, und es kommt zu einer Relativbewegung zwischen der Flüssigkeit und den Körnern. Durch die Flüssigkeitsreibung an den Körnern und Verwirbelungen in der Flüssigkeit selbst wird Energie dissipiert, wodurch die Schwingungen des Maschinenbetts und damit der gesamten Maschine gedämpft werden.

Analog hierzu kann auch ein Walzengestell, beispielsweise ein Kalanderrahmen, das als Hohlkonstruktion, beispielsweise als hohle Schweißkonstruktion, ausgeführt ist, durch Befüllen der Hohlräume des Gestells mit einer großen Dämpfung ausgestattet werden.

Die Erfindung geht jedoch einen entscheidenden Schritt weiter, indem bei einer Bahnbehandlungswalze ein in der Walze gebildeter Hohlraum ganz oder teilweise mit einer Energie dissipierenden Mischung gefüllt wird. Die Bahnbearbeitungswalze kann insbesondere eine Kalanderswalze sein.

Die Mischung besteht aus einer Flüssigkeit und wenigstens einem in der Flüssigkeit nicht löslichen Mischungspartner, den Feststoffpartikel, vorzugsweise ein körniger Feststoff, oder eine andere Flüssigkeit bildet. Die Mischung kann mehrere unterschiedliche Flüssigkeiten umfassen. Die Mischung kann auch mehrere unterschiedliche Sorten von vorzugsweise körnigem Feststoff enthalten, wobei sich die Partikel der einzelnen Feststoffe der Größe, der Gestalt und/oder des spezifischen Gewichts nach unterscheiden können. In der in solchen Fällen als Dispersion gebildeten Mischung sollten die Feststoffpartikel jedoch gleichmäßig und fein verteilt sein, so dass in dem Hohlraum im Ganzen gesehen die Mischung in einer gleichmäßigen Massenverteilung vorliegt. Der Feststoff kann insbesondere eine Konsistenz wie Sand aufweisen. Obgleich einer Dispersion der Vorzug gegeben wird, kann die Mischung grundsätzlich auch eine Emulsion aus wenigstens zwei unterschiedlichen Flüssigkeiten sein.

Bevorzugte Dispersionen werden in der DE 100 46 868 C2 offenbart, die diesbezüglich in Bezug genommen wird.

Der Feststoff bevorzugter Dispersionen weist eine Form auf, vorzugsweise mit Kanten, durch die im Falle einer Relativbewegung des Feststoffs in der Flüssigkeit möglichst hohe Reibungskräfte erzeugt werden. Falls Sand den Feststoff bildet, handelt es sich vorzugsweise um gemahlenen Sand.

Die Mischung ist vorzugsweise von einer breiigen Konsistenz.

Der wenigstens eine Hohlraum ist vorzugsweise ein zentraler Hohlraum, durch den sich eine Rotationsachse der Walze erstreckt. Walzen für die mechanische oder thermomechanische Behandlung von bahnförmigen Medien, wie insbesondere Kalanderswalzen sie darstellen, sind überwiegend mit einem zentralen Hohlraum

ausgestattet. Die Ausbildung des Hohlraums kann bauartbedingt sein, wie beispielsweise bei sogenannten Verdrängerwalzen mit einem als Ringspalt gebildeten Temperierkanal, oder zwecks Verringerung von Betriebsspannungen vorgesehen sein, wie beispielsweise bei Walzen mit als periphere Bohrungen gebildeten Temperierkanälen zur Durchleitung eines Heiz- oder Kühlfluids. Ein Befüllen des zentralen Hohlraums, wie es in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung der Fall ist, hat keine Wirkung auf das Wuchtverhalten der Walze. Weder verringert es die Walzenunwucht, noch vermag es beispielsweise eine temperaturbedingte Verbiegung der Walze, die ihrerseits wieder zu einer Unwucht führt, zu beeinflussen. Im Gegenteil würde eine Befüllung der Walzenbohrung bei einer Auslenkung der Masse der Walze die fliehkraftbedingten Massenkräfte gegenüber einem nichtbefüllten Hohlraum erhöhen. Auch eine dämpfende Wirkung, wie sie die Befüllung eines gegebenenfalls hohlen Walzengestells bewirkt, ist nicht zu erwarten. Einige Zeit nach dem Anlaufen der Walze wird sich die Füllung des Hohlraums mit der selben Frequenz drehen wie die Walze. Es würde auch bei einem umlauffrequenten Mittenausschlag, der überwiegenden Ursache für die Walzenunwucht bei hohen Drehzahlen, zwischen der Walze und der Mischung zu keiner Relativbewegung kommen, die letztlich eine dämpfende Wirkung entfalten könnte. Dies wurde auch durch praktische Versuche bestätigt. Die Unwucht eines Walzenrohres ändert sich durch die Befüllung des Rohrinernen mit der bevorzugt als breiige Dispersion vorliegenden Mischung nicht. Ebenso wenig ändert sich der auf der Wuchtmaschine gemessene Mittenausschlag bei Annäherung an die kritische Eigenfrequenz.

Bemerkenswert ist dagegen die sogenannte Laufruhe einer mit der Mischung befüllten Walze verglichen mit einer Walze ohne Füllung bei Annäherung oder sogar Überschreitung der kritischen Eigenfrequenz. Musste die Geschwindigkeit der Wuchtmaschine im Falle der nicht befüllten Walze gedrosselt werden, weil sie von den Rollen zu springen drohte, konnte nach einer Befüllung des Walzenhohlraums die kritische Drehzahl problemlos durchfahren werden. Die Walze lief sogar im sogenannten überkritischen Bereich ruhig.

Auch hierfür liefert die Theorie im Nachhinein eine plausible Erklärung: Solange im unterkritischen Bereich die Walze und deren Befüllung ohne Relativbewegung zueinander miteinander rotieren, ist keine zusätzliche Dämpfung möglich. Bei Annäherung an die

Eigenfrequenz kommt es jedoch in realen Systemen, die stets eine Elastizität und Dämpfung aufweisen, zu einer Phasenverschiebung. Die von der Unwuchtkraft verursachte Auslenkung bleibt um einen zunehmenden Drehwinkel hinter der Unwuchtkraft zurück, bis sich oberhalb der Eigenfrequenz eine stabile Phasenverschiebung von  $180^\circ$  einstellt. Sobald aber die Unwuchtkraft, bzw. Fliehkraft aufgrund der Unwucht, von der Richtung der Auslenkung abweicht, bilden sich in der Befüllung, d. h. in der Mischung, Strömungen heraus, die dämpfend wirken. Die erfindungsgemäße Befüllung des wenigstens einen Hohlraums eröffnet somit die Möglichkeit, kostengünstige Walzen herzustellen, die nahe der Eigenfrequenz und sogar im überkritischen Bereich betrieben werden können. Aufgrund der Erfindung können die Walzen im Durchmesser kleiner ausgeführt werden. Ferner können in einem Kalandrier bei unveränderter Kalandrierbreite nicht nur die Walzen kleiner, leichter und kostengünstiger ausgeführt, sondern hierdurch der gesamte Kalandrier auch kleiner dimensioniert werden.

Als zusätzlicher positiver Effekt ist eine erfindungsgemäße Walze darüber hinaus in der Lage, Schwingungen und Vibrationen, die von anderen Komponenten, mit denen die Walze in der Bahnbehandlung zusammenwirkt, beispielsweise eine oder mehrere Gegenwalzen, von Antrieben, Lagern usw. oder auch von dem bahnförmigen Medium selbst herrühren, wirkungsvoll zu dämpfen. So kann z. B. auch im Hinblick auf die Entstehung des bei Kalandriern gefürchteten Barring mit einer starken Verbesserung gerechnet werden.

Schließlich weist eine erfindungsgemäße Walze auch im Bereich der sog. halbkritischen Drehzahl eine größere Laufruhe als eine baugleiche Walze ohne Befüllung auf. Zu halbkritischen Resonanzen kommt es dann, wenn eine Anisotropie im Walzenquerschnitt vorliegt. Eine solche Walze hat dann in zwei zueinander senkrechten Ebenen unterschiedliche Steifigkeiten. Dreht sich solch eine Walze in ihren beiden Zapfen gelagert und unter Eigengewicht oder zusätzlicher Linienlast einmal um ihre Achse, so durchläuft der Betrag ihrer Durchbiegung zwei Perioden. Eine solche Walze erfährt bei einer Drehgeschwindigkeit, welche der halben Eigenfrequenz entspricht, zweimal eine Anregung. Sie wird also bei dieser Geschwindigkeit mit einer Frequenz angeregt, welche ihrer Eigenfrequenz entspricht. Bei dieser Anregung wird die Dämpfung durch die Befüllung voll wirksam.

Der wenigstens eine Hohlraum ist zwar bevorzugt ein zentraler Hohlraum, der konzentrisch zu der Rotationsachse der Walze ist. Unumgänglich erforderlich ist dies jedoch nicht. Alternativ können auch mehrere Hohlräume vorgesehen sein, die jedoch in ihrer Gesamtheit rotationssymmetrisch um die Rotationsachse angeordnet sein sollten, um nicht ihrerseits Unwuchten erst hervorzurufen.

In bevorzugten Ausführungen kann die Mischung mit einem Überdruck beaufschlagt werden, bevorzugt mittels einer durch Druckfluid aufweitbaren oder bereits aufgeweiteten Blase. Anstatt einer Druckbeaufschlagung mittels einer Blase kann die Mischung grundsätzlich auch unmittelbar durch eine Druckfluidbeaufschlagung unter einen Überdruck gesetzt werden. Das Druckfluid kann ein Gas oder Gasgemisch, insbesondere Luft, oder auch eine zusätzliche Flüssigkeit sein. In einer alternativen, ebenfalls bevorzugten Ausführung ist der Hohlraum evakuierbar, d. h. die in ihm enthaltene Mischung ist mit einem Unterdruck beaufschlagbar.

Bevorzugte Merkmale werden auch in den Unteransprüchen und deren Kombinationen beschrieben, wobei die vorstehend beschriebenen Merkmale und die der Unteransprüche einander wechselseitig vorteilhaft ergänzen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Figur erläutert. An dem Ausführungsbeispiel offenbar werdende Merkmale bilden je einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter.

Die Figur zeigt eine Walze mit einem kreiszylindrischen Walzenmantel 3, an dessen beiden axialen Enden je ein Zapfen 1 über einen Zapfenflansch befestigt ist. Die so erhaltene Walze ist an ihren beiden Zapfen 1 um eine Rotationsachse R drehbar und antreibbar lagerbar. Insbesondere kann die Walze eine Kalandervalze für die Glättung einer Papierbahn sein.

In dem zu der Rotationsachse R rotationssymmetrischen Walzenmantel 3 ist ein zentraler Hohlraum gebildet, der zu der Rotationsachse R ebenfalls rotationssymmetrisch ist.

Umfangsseitig bildet die Mantelinnenfläche des Walzenmantels 3 die Hohlraumwand. Die beiden Zapfenflansche verschließen den Hohlraum an den beiden axialen Stirnseiten des Walzenmantels 3.

Der Hohlraum ist mit einer Mischung 4 aus einer Flüssigkeit und einer Vielzahl von Feststoffpartikeln gefüllt. Die Feststoffpartikel sind körnig. Insgesamt weist die Mischung 4 eine breiige Konsistenz auf. Die Mischung 4 füllt den Hohlraum mit Ausnahme einer Gasblase 2 vollständig aus. Die Gasblase 2 ist mit Luft gefüllt, wobei der Luftdruck in der Gasblase 2 größer als der Druck in der Walzenumgebung ist. Die Gasblase 2 und somit die gesamte Mischung 4 stehen daher unter einem Überdruck.

Der Walzenmantel 3 ist als einfaches Rohr dargestellt. Handelt es sich bei der Walze 1, 3 um eine Walze für eine thermomechanische Bahnbehandlung, so ist der Walzenmantel 3 temperierbar, d. h. beheizbar oder kühlbar. Die Walze kann beispielsweise periphere Temperierkanäle aufweisen, die sich axial durch den Walzenmantel 3 erstrecken und vorzugsweise an beiden axialen Enden münden. Als Verdrängerwalze würde sie einen die Rotationsachse R umgebenden Ringspalt als Temperierkanal aufweisen, der zwischen dem Walzenmantel 3 und einem darin angeordneten Verdrängerkörper gebildet ist. Der Verdrängerkörper kann den Hohlraum mit der Mischung 4 unmittelbar ummanteln.



Anwaltsakte: 48 447 XI  
SHW Casting Technologies GmbH,  
MFS Maschinenfabrik GmbH

### Patentansprüche

1. Bahnbehandlungswalze mit wenigstens einem Hohlraum,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Hohlraum wenigstens teilweise mit einer Mischung (4) aus einer Flüssigkeit und wenigstens einem in der Flüssigkeit nicht löslichen Mischungspartner gefüllt ist, den Feststoffpartikel, vorzugsweise ein körniger Feststoff, oder eine andere Flüssigkeit bildet.
2. Bahnbehandlungswalze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung (4) eine breiige Konsistenz aufweist.
3. Bahnbehandlungswalze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung (4) unter einem Überdruck steht.
4. Bahnbehandlungswalze nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Hohlraum wenigstens eine bedruckbare oder bereits unter einem Überdruck stehende Blase (2) angeordnet ist.
5. Bahnbehandlungswalze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung (4) unter einem Unterdruck steht.
6. Bahnbehandlungswalze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Fluidleitung in den Hohlraum führt und die Mischung (4) über die Fluidleitung mit einem Druckfluid beaufschlagbar ist.

8. Bahnbehandlungswalze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rotationsachse (R) der Walze (1, 3) sich durch den zentral gebildeten Hohlraum erstreckt.
9. Bahnbehandlungswalze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum bezüglich der Rotationsachse (R) rotationssymmetrisch oder ein Hohlraum einer Mehrzahl von Hohlräumen ist, die zusammen eine rotationssymmetrische Anordnung von Hohlräumen bilden.
10. Bahnbehandlungswalze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze (1, 3) einen Walzenmantel (3) oder einen Verdrängerkörper aufweist, der eine den Hohlraum umgebende Hohlraumwand bildet.
11. Bahnbehandlungswalze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich durch einen Walzenkörper (3) der Walze (1, 3) wenigstens ein Temperierkanal für die Durchleitung eines Heiz- oder Kühlfluids erstreckt, der an wenigstens einem axialen Ende des Walzenkörpers (3), vorzugsweise an beiden axialen Enden, mündet.

Anwaltsakte: 48 447 XI  
SHW Casting Technologies GmbH,  
MFS Maschinenfabrik GmbH

### **Zusammenfassung**

Bahnbehandlungswalze mit wenigstens einem Hohlraum, der wenigstens teilweise mit einer Mischung (4) aus einer Flüssigkeit und wenigstens einem in der Flüssigkeit nicht löslichen Mischungspartner gefüllt ist, den Feststoffpartikel, vorzugsweise ein körniger Feststoff, oder eine andere Flüssigkeit bildet.

Figur



